

# 哈尔滨工业大学硕士招生复试参考

科目代码：00112

科目名称：航空宇航科学与技术学科复试

## 一、复试主要内容

1、复试由专业综合测试和面试两部分组成。

2、专业综合测试科目

专业综合测试科目设置：航天技术概论、导弹飞行动力学与控制、航天器轨道动力学、结构动力学、应用弹性力学基础、流体力学、工程热力学、材料物理导论、材料化学导论。其中航天技术概论为必选科目，其余八门课程中任选两门作为测试科目。

### (1) 航天技术概论（占 20%）

主要内容：

导弹技术部分：

1) 导弹的分类和组成相关概念知识及原理；常用坐标系的定义、其各种坐标系间的转换关系及攻角、侧滑角等相关角度的定义；

2) 动力系统方面的相关基础知识（如推力、比冲等等有关的知识及概念；动力装置的分类、发动机的工作原理等内容）；

3) 导弹飞行动力学方面的相关知识（如导弹飞行动力学方程、气体流动基本方程等，以及马赫数、激波等相关概念和基础知识；）

4) 导弹的机动性、稳定性和操纵性以及导引规律等相关知识；导弹的结构特点，及有翼导弹的气动布局等相关知识；

5) 制导系统的组成、分类和原理等方面的相关知识；

6) 战斗部系统的作用、组成和分类，常规战斗部的工作原理等内容。

航天技术部分：

1) 航天器的分类，航天器的轨道方面的相关的基础知识（如相关概念、轨道运动计算、轨道动力学与控制等方面的知识）；

2) 中心引力场中质点的运动问题；航天器的姿态动力学与控制方面的基础知识（如姿态的概念、姿态运动学、以及几种姿态控制原理等内容）；

3) 卫星的结构形式、对卫星结构的主要要求等；

4) 航天器的热环境及航天器的温度控制方法等内容；

5) 遥测、遥控的概念及其原理等内容；

6) 航天器返回的过程、返回航天器的分类、防热等方面的知识；

7) 航天器的有效载荷方面的相关基础知识；空间站分类，航天飞机，载人航天，空间探测方面的概念知识等等。

参考书：

金永德等. 《导弹与航天技术概论》. 哈尔滨工业大学出版社. 2020 年重印

## (2) 结构动力学(占 40%)

### 一) 绪论

**主要内容:** 1. 飞行器结构动力学的目的与内容; 2. 基本研究方法与分析模型; 3. 振动的分类;

**考核要求:** 1. 结构动力学基本特点和基本研究方法; 2. 结构动力学与结构力学的异同;

### 二) 单自由度系统的振动

**主要内容:** 1. 单自由度系统的振动微分方程; 2. 无阻尼自由振动; 3. 有阻尼自由振动; 4. 强迫振动: 简谐激振; 周期激振; 单位脉冲与单位阶跃激振; 任意激振。

**考核要求:** 1. 掌握单自由度系统动力学-数学建模方法; 2. 深入理解固有频率、自由振动、受迫振动、稳态响应、瞬态响应的概念; 3. 掌握单自由度系统简谐激振、周期激振、脉冲激振、阶跃激振的响应特性和分析方法; 4. 掌握脉冲响应函数和频率响应函数的概念; 5. 掌握任意激振下单自由度系统动力响应问题的分析方法; 6. 任意激励的杜哈梅积分方法。

### 三) 多自由度系统的振动

**主要内容:** 1. 多自由度系统的振动微分方程; 2. 多自由度系统无阻尼自由振动; 3. 多自由度系统的受迫振动

**考核要求:** 1. 掌握基于牛顿原理/朗贝尔原理建立运动方程的方法; 2. 理解多自由度系统的固有频率和模态的概念; 3. 理解主振型正交性、模态坐标和模态参数的物理意义; 4. 掌握多自由度系统自由振动和受迫振动的分析方法; 5. 了解动力减振的基本原理; 6. 强迫振动的模态叠加法。

### 四) 连续弹性体的振动

**主要内容:** 1. 直杆的纵向自由振动; 2. 梁的横向自由振动; 3. 主振型的正交性; 4. 弹性体的受迫振动。

**考核要求:** 1. 掌握建立连续弹性体系统动力学方程的方法; 2. 理解连续弹性体系统固有频率、振型函数、主振型概念; 3. 理解主振型正交性的物理意义; 4. 了解振型叠加法计算弹性体受迫振动响应的分析方法。

### 参考书目:

结构动力学(第3版), (第1-5章), 于开平, 2015, 哈尔滨工业大学出版社

## (3) 应用弹性力学基础(占 40%)。

主要内容:

### 1. 弹性力学的基本概念

1) 体力和面力; 2) 内力和应力; 3) 正应力和切应力; 4) 形变和位移; 5) 线应变和切应变; 6) 弹性力学的基本假定。

### 2. 平面问题的基本理论

1) 平面应力问题与平面应变问题; 2) 平衡微分方程; 3) 平面问题中一点的应力状态; 4) 几何方程, 刚体位移; 5) 物理方程; 6) 边界条件; 7) 圣维南原理及其应用; 8) 按位移求解平面问题; 9) 按应力求解平面问题, 相容方程; 10) 常体力情况下的简化, 应力函数。

### 3. 平面问题的直角坐标解答

1) 逆解法与半逆解法, 多项式解答; 2) 矩形梁的纯弯曲; 3) 位移分量的求出; 4) 简支梁受均布荷载; 5) 楔形体受重力和液体压力。

### 4. 平面问题的极坐标解答

1) 极坐标中的平衡微分方程; 2) 极坐标中的几何方程及物理方程; 3) 极坐标中的应力函数与相容方程; 4) 应力分量的坐标变换式; 5) 轴对称应力和相应的位移; 6) 圆环或圆筒受均布压力; 7) 压力隧道; 8) 圆孔的孔口应力集中。

### 5. 空间问题的基本理论

1) 平衡微分方程; 2) 物体内任一点的应力状态; 3) 主应力, 最大与最小的应力; 4) 几何方程及物理方程。

### 6. 空间问题的解答

1) 按位移求解空间问题; 2) 半空间体受重力及均布压力; 3) 按应力求解空间问题; 4) 等截面直杆的扭转。

### 7. 薄板弯曲问题

1) 有关概念及计算假定; 2) 弹性曲面的微分方程; 3) 薄板横截面上的内力; 4) 边界条件, 扭矩的等效剪力; 5) 四边简支矩形薄板的重三角级数解; 6) 矩形薄板的单三角级数解。

## 参考书目

《弹性力学简明教程》第五版, 徐芝纶, 高等教育出版社

## (4) 导弹飞行动力学与控制 (占 40%) 。

主要内容:

弹道学部分:

- 1) 作用于导弹的力与力矩;
- 2) 瞬时平衡假设;
- 3) 静稳定性;
- 4) 常用坐标系及其变换;

- 5) 导弹运动方程组的建立及其简化与分解;
- 6) 过载及其与导弹运动的关系;
- 7) 铅垂平面内的方案飞行;
- 8) 水平平面内的方案飞行;
- 9) 自动瞄准导弹导引飞行的相对运动方程;
- 10) 追踪法导引关系;
- 11) 平行接近法导引关系;
- 12) 比例导引法导引关系。

动态特性分析部分：

- 1) 作用于导弹的干扰力与干扰力矩;
- 2) 导弹的稳定性与操纵性;
- 3) 导弹运动方程的线性化及其简化与分解;
- 4) 导弹纵向扰动运动分析;
- 5) 导弹侧向扰动运动分析;
- 6) 导弹纵向扰动运动的自动稳定与控制;
- 7) 导弹侧向扰动运动的自动稳定与控制。

参考书：

1. 李新国, 方群. 《有翼导弹飞行动力学》. 西北工业大学出版社. 2005 年
2. 钱杏芳等. 《导弹飞行动力学》. 北京理工大学出版社, 2011 年

## (5) 航天器轨道动力学 (占 40%)

主要内容：

- 1) 航天器的轨道
  - 两体运动方程的建立、求解;
  - 中心引力场中的运动;
  - 四种基本轨道的轨道方程、特性及时间方程。
- 2) 轨道的建立、轨道的确定和星下点轨迹
  - 航天器轨道建立的方法;
  - 轨道要素与发射参数的关系;
  - 航天器的轨道确定;
  - 星下点轨迹的描述。
- 3) 轨道机动
  - 轨道过渡的概念、分类和方法;
  - 脉冲机动;
  - 同平面的轨道过渡;
  - 轨道拦截。
- 4) 星际航行
  - 会合周期, 发射窗口;

- 影响球与圆锥曲线拼合法，星体的引力摄动；
- 向月飞行，行星际飞行；
- 限制性三体问题。

#### 5) 航天器的相对运动

- 相对运动概念；
- 轨道坐标系、视线坐标系中的相对运动方程；
- 交会对接的概念和方法；
- 编队飞行。

#### 6) 航天器的摄动理论

- 地球的引力摄动与地球势函数模型；
- 干扰力分量引起的摄动；
- 地球扁度引起的摄动；
- 稀薄大气引起的摄动及轨道的寿命；
- 地球静止轨道卫星的摄动。

参考书目：赵 钧. 《航天器轨道动力学》. 哈尔滨工业大学出版社. 2011 年

### (6) 流体力学（占 40%）。

主要内容：

#### 1) 研究的内容和方法

- 连续性介质模型
- 作用在流体上的力
- 流体的主要物理性质

#### 2) 流体静力学

- 流体静压强及其特性，流体平衡微分方程式，力函数、等压面
- 流体中压强的表示方法
- 重力作用下流体的平衡方程式，重力和其它质量力联合作用下流体的平衡
- 静止流体对平面壁、曲面壁的作用力

#### 3) 流体运动学

- 研究流体运动的两种方法
- 恒定流动和非恒定流动，流体的基本概念
- 流体的连续性方程
- 流体微团的运动分析，有旋运动和无旋运动

#### 4) 流体动力学

- 理想流体运动微分方程式，兰姆-葛罗米格形式的微分方程
- 伯努利积分，欧拉积分，重力作用下的伯努利方程及意义
- 粘性流体运动微分方程式，葛罗米柯-斯托克斯方程
- N-S 方程的伯努利积分，重力作用下实际流体微小流束伯努利方程
- 缓变流动及其特性，动量和动能修正系数
- 粘性流体总流的伯努利方程、动量方程

#### 5) 旋涡理论基础

- 涡线、涡管、涡束和旋涡强度
- 速度环量和斯托克斯定理

- 二元旋涡的速度和压强分布
- 6) 理想流体平面势流
  - 速度势函数和流函数，几种简单的平面势流
  - 简单势流的叠加，偶极流
  - 流体对圆柱体的无环量、有环量绕流，库塔-儒可夫斯基定理
- 7) 相似理论基础
  - 流动力学相似条件，粘性流体流动的力学相似准数
  - 量纲分析方法
- 8) 流动的阻力与损失
  - 粘性流体的两种运动状态，圆管中的层流和紊流
  - 沿程损失系数的实验研究，局部阻力与损失计算
  - 薄壁小孔口及圆柱外伸管嘴的出流
- 9) 管路的水力计算
  - 短管、长管的水力计算，串、并联管路的水力计算
  - 有压管路的水击
- 10) 粘性流体绕物体流动
  - 边界层的概念和特点
  - 边界层的微分方程，动量积分关系式

参考书目：

1. 《工程流体力学》，陈卓如，王洪杰等，高等教育出版社（第三版）2013
2. 吴望一.《流体力学》. 北京大学出版社. 2021

## (7) 工程热力学（占 40%）。

主要内容：

- 1) 基本概念与定义
  - 热力学系统、平衡状态、状态参数与状态方程。
  - 热力过程、热量与功量，过程量与状态量的区别。
- 2) 热力学第一定律
  - 热力学第一定律的实质与一般表达式。
  - 闭口系统与开口系统能量方程，稳定流动能量方程及其应用。
- 3) 热力学第二定律
  - 热力学第二定律的实质与表述。
  - 熵、熵增原理与熵方程。
  - 卡诺定理与卡诺循环，克劳修斯积分。
  - 热量可用能（㶲）与不可逆损失。
- 4) 工质的热力性质
  - 理想气体模型及其状态方程、热力学能、焓、熵和比热的计算。
  - 实际气体状态方程与通用压缩因子图。
  - 水蒸气的产生过程、相图与热力性质图表。
  - 湿空气的状态参数、含湿图及其应用。

### 5) 热力过程与循环

- 理想气体的基本热力过程（定压、定容、定温、绝热与多变过程）。
- 气体与蒸汽在喷管等设备中的流动与节流过程。
- 活塞式与叶轮式压气机的原理与热力分析。
- 典型动力循环（活塞式内燃机循环、燃气轮机装置循环、蒸汽动力循环）的分析与热效率计算。
- 典型制冷与热泵循环的分析与性能系数计算。

参考书目：

1. 严家騏、王永青、张亚宁. 《工程热力学》. 高等教育出版社. 2021. 9
2. 沈维道 童钧耕 主编. 《工程热力学》(第5版). 高等教育出版社. 2016

## (8) 材料物理导论 (占 40%)

主要内容：

1) 了解自由电子理论、能带理论、现代电子理论及材料的基本物理性质（原子间的结合与电子；自由电子近似；近自由电子近似；布里渊区理论；电子密度泛函；托马斯-费米理论；原子的作用力；科恩-萨姆泛函；导电性；超导性；热传导与热电效应；原子的磁性；原子间磁性及相互作用）

2) 掌握材料结构、组织变化与控制、材料的力学性质（准晶体和非晶态；相变的基本概念；有序-无序转变；玻璃态转变和非晶态合金；材料的组织；热处理基础；材料的组织变化；组织的控制；晶体的塑性变形；位错的运动和塑性；各种金属的塑性；高温蠕变；非晶态金属的强度）

3) 掌握材料表面界面结构、行为和低微材料（吸附和偏析；表面扩散和界面扩散；表面力；表面和界面结构；表面力；表面与界面的结构；实际表面结构；晶体的界面结构；电子的表面势和表面态；表面的电子结构；表面空间电荷层；表面电子输运；界面和晶界电子运输；薄膜形成过程；薄膜的结构和缺陷）

4) 掌握硅酸盐聚集体的结构、扩散、相变（硅酸盐晶体结构；硅酸盐熔体的结构；玻璃结构理论；扩散动力学过程；扩散机制；扩散系数；扩散系数影响因素；液相-固相的转变；液相-液相的转变；固相-固相的转变；气相-固相的转变）

5) 高分子链的结构、聚集体结构、高聚物的分子运动和高聚物的性质（高分子链的结构；高分子结晶的形态和结构；高聚物的取向态结构；共混高聚物的织态结构；高聚物的分子热运动；高聚物的玻璃化转变；高聚物的粘性流动；高聚物的力学性质；高聚物的电学性质）

参考书目：

杨尚林，张宇，桂太龙主编 《材料物理导论》 哈尔滨工业大学 1999

## (9) 材料化学导论 (占 40%)

主要内容：

1) 材料高温化学（冶炼和提纯；高温氧化；自蔓延合成）

- 2) 金属的相变和析出(相变和析出动力学; 金属氢化物)
- 3) 材料表面化学(表面热力学; 表面分析方法; )
- 4) 材料电化学(电极电位和极化; 化学电源)
- 5) 材料激发化学(等离子体化学; 光化学)
- 6) 硅酸盐材料化学(硅酸盐热力学; 硅酸盐固相反应; 硅酸盐固相烧结; )
- 7) 高分子化合物的合成(基本概念; 高分子化学的合成; 高分子聚合反应; )
- 8) 聚合物的化学反应(聚合物化学反应特性; 聚合物侧基的化学反应; 接枝聚合和嵌段聚合; 聚合物的化学交联; 聚合物的降解; 高聚物的老化与防老化)

参考书目:

邓启刚, 席慧智, 刘爱东主编, 《材料化学导论》哈尔滨工业大学 1999

### 3、面试主要内容。

- (1) 从事科研工作的基础与能力;
- (2) 综合分析与语言表达能力;
- (3) 外语听力及口语;
- (4) 大学学习情况及学习成绩;
- (5) 专业课以外其他知识技能的掌握情况;
- (6) 特长与兴趣;
- (7) 身心健康状况。

## 二、具体考核形式届时以复试方案为准。